

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 416**

51 Int. Cl.:

**G01N 17/04** (2006.01)

**H01L 23/31** (2006.01)

**H01L 23/00** (2006.01)

**H05K 3/28** (2006.01)

**B29C 45/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2014 PCT/EP2014/075169**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15086284**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2014 E 14799827 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3080584**

54 Título: **Sensor de corrosión que tiene conexiones de cable doble encapsulado y método para fabricarlo**

30 Prioridad:

**09.12.2013 GB 201321726**

**09.12.2013 EP 13275304**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**08.04.2020**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)**

**6 Carlton Gardens  
London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**BALMOND, MARK, DAVID;  
PARFITT, ALEXANDER, ROY;  
PANAGHISTON, GARY DAVID;  
TWEEN, LARRY BRIAN y  
FIGGURES, CHRISTOPHER, COLIN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 753 416 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sensor de corrosión que tiene conexiones de cable doble encapsulado y método para fabricarlo

5 Esta invención se relaciona con la fabricación de sensores para detectar corrosión en un material metálico cuando el sensor está montado sobre o adyacente al material metálico, en uso.

10 Tales sensores de corrosión a menudo se colocan en lugares inaccesibles o de difícil acceso sobre estructuras móviles tales como aviones, barcos u otros vehículos. La corrosión de las estructuras metálicas, particularmente en ambientes corrosivos, tal como en embarcaciones marítimas o aviones navales, es un enorme problema financiero para los operadores y puede llegar a billones de dólares por año, como es el caso, por ejemplo, para el ejército de los Estados Unidos. El uso de tales sensores de corrosión, que se pueden usar para señalar diversas etapas de corrosión de una estructura en la que están montados, puede proporcionar al propietario información remota sobre el estado de corrosión de áreas que son de difícil acceso, son funcionalmente críticas o son muy numerosos y darían lugar a un tiempo de inspección excesivo.

15 Se pueden encontrar ejemplos de sensores sellados en los documentos WO2011/148441, US2009/195260, US5097317 y la presentación "Sensors in Corrosion - Electrochemical Bimetallic Galvanic Sensor" dada por Erfan Zaher Esfahani durante el curso "Corrosion in Natural Environments" en la Universidad de Najaf Abad (Irán) en 2012.

20 La corrosión es un problema que conduce a altos gastos de mantenimiento y reparación en muchas industrias diferentes. El documento "Naval Aviation Corrosion Challenges and Solutions", Dale L. Moore, Corrosion 2000, documento 00270 (NACE, Orlando, Estados Unidos, 2000) describe las áreas problemáticas en la corrosión de componentes de aeronaves y clasifica los tipos de corrosión que se encuentran en la industria aeronáutica.

25 Mirando ahora la construcción del sensor de corrosión, el sensor consiste en un chip acoplado con un módulo de conexión que contiene conexiones eléctricas entre el chip y los medios de monitorización externos. Las conexiones eléctricas están alojadas en una cápsula resistente a la intemperie y resistente a la corrosión, para formar así el módulo. El chip de sensor básico consiste en un sustrato delgado, que puede ser de silicio, recubierto con un recubrimiento de un aislante tal como el dióxido de silicio. El sustrato puede ser flexible y puede ser de un material tal como poliimida que puede actuar tanto como sustrato como aislante. Sobre el aislante se deposita al menos una capa de material conductor, tal como la aleación de aluminio, que puede formarse, utilizando tecnología de enmascaramiento, en una sola tira o en tiras de diferente ancho. El espesor de la capa que forma la tira o tiras puede ser de aproximadamente 150 nm, por lo que se apreciará que el sensor es potencialmente muy frágil.

30 El circuito está diseñado para comunicar señales de la tira o tiras, que reflejan la aparición de corrosión, a los equipos de monitorización remota.

35 La tira o tiras conductoras y las pistas de conexión están formadas integralmente sobre el sustrato a partir de un material conductor diseñado para ser el mismo o para imitar el material que se puede corroer sobre el que se va a montar el sensor en uso. Un ejemplo de este material conductor sería la aleación de aluminio para su uso en aeronaves. El chip usualmente se pinta. Esta pintura puede ser la misma pintura que se utilizará para cubrir el material corrosivo sobre el que se va a montar el sensor, aunque, por ejemplo, para sensores de "tiempo de humedad", el chip generalmente no se pintaría y puede consistir simplemente en una sola área de película delgada sobre un material aislante. Para barcos y aeronaves, la pintura sería una pintura que contiene un inhibidor de corrosión y, aunque no es esencial, tales chips están diseñados principalmente para usarse con pinturas que contienen un inhibidor de corrosión.

40 Para aplicaciones marítimas, los sensores están generalmente recubiertos con pintura. Sin embargo, no todas las capas de pintura están presentes en todas las áreas. Las capas de pintura se aplican selectivamente a diferentes áreas del sensor con el fin de que la diferencia en las tasas de descomposición del recubrimiento se pueda monitorizar individualmente para cada capa de pintura, por ejemplo, imprimación, capa inferior y capa superior. Las resistencias metálicas de película delgada se colocan estratégicamente debajo de la pintura y, cuando se produce la descomposición del recubrimiento, la resistencia de las resistencias de película delgada subyacentes cambia en el área específica, ya que ya no están completamente protegidas contra la corrosión. Dichos sensores también pueden usarse para vehículos terrestres.

45 Para aplicaciones en aeronaves, la pintura se aplica generalmente sobre todo el chip del sensor, excepto la tira conductora, o tiras, que se dejan desnudas. El ancho relativamente estrecho de las tiras expuestas está diseñado para representar defectos de pintura u otros daños que pueden ocurrir a la pintura, tal como grietas, rasguños, astillas, etc. Si se usa pintura inhibidora de la corrosión, el inhibidor se filtrará de la pintura y se extenderá sobre las tiras desnudas. Dependiendo del ancho de la tira, el inhibidor de lixiviación se extenderá totalmente o parcialmente sobre el área de la tira y, por lo tanto, protegerá totalmente o parcialmente la tira de la corrosión. Para tiras más anchas, la tira puede estar parcialmente protegida por un inhibidor y la corrosión atacará la tira casi de inmediato. Por lo tanto, la tira fallará antes que otras tiras más estrechas para las cuales la protección durará más. De esta

manera, el sensor proporcionará detección de corrosión con diferentes sensibilidades y con diferentes tiempos de vida, dependiendo del ancho de la tira. Aunque, está principalmente dirigido a aplicaciones de aeronaves, este tipo de sensor también se puede usar para otras aplicaciones cuando sea apropiado, por ejemplo para ciertos tipos de vehículos terrestres.

5 En funcionamiento, el sensor está fijado a la estructura que se está monitorizando para detectar corrosión o adyacente a aquella y en una posición sujeta a la misma influencia corrosiva. El sensor está conectado a un equipo de monitorización, usualmente remoto, ya sea directamente por cables o por enlace de radio u otro medio de conexión remota. Se apreciará que muchos lugares en los que se va a montar el sensor sufrirán ambientes hostiles y el sensor puede estar sujeto a fuerzas de torsión, vibración y, por supuesto, influencia corrosiva. Por lo tanto, el sensor debe ser robusto en su construcción y los circuitos eléctricos también deben ser a prueba de corrosión.

10 Hasta la fecha, dicha prueba de corrosión ha resultado difícil, si no imposible, de lograr. El sensor ha tendido a flexionarse y dañar las tiras o los cables unidos a las tiras o sus conexiones, por lo que la protección de los circuitos ha resultado inadecuada. Además, el módulo de conexión ha resultado problemático de fabricar, para un funcionamiento confiable. En particular, las fallas en el sellador, tal como las burbujas de aire, tienden a formarse. Dichas burbujas de aire pueden provocar la formación de grietas en el sellador a gran altitud, donde se reduce la presión atmosférica. Tales grietas pueden conducir a la destrucción de la integridad estructural del sensor, lo que puede causar la falla inmediata de una o más conexiones eléctricas y/o puede permitir que la humedad ingrese al sensor y que se produzca corrosión.

15 Se requirió un método de encapsulado mejorado para encapsular las almohadillas y las conexiones, para evitar las dificultades anteriores. Solo el área de la almohadilla del chip del sensor necesita ser encapsulada o "encapsularse", el resto debe exponerse al medio ambiente y los elementos del sensor frágil (película delgada) deben permanecer perfectamente limpios hasta que se instale el sensor. Las técnicas estándar de encapsulado, por ejemplo encapsulación en resina epoxi, no eran adecuadas por dos razones. En primer lugar, la superficie del chip de sensor debe pintarse con una pintura específica de la plataforma, por ejemplo pintura de aeronaves, y no hay una forma obvia de garantizar un buen sellado entre esta superficie pintada y cualquier compuesto de encapsulado estándar. En segundo lugar, no había una forma obvia de usar un sellador para aeronaves para formar un sello intermedio entre la pintura y cualquier compuesto de encapsulado estándar.

20 El módulo de conexión contiene tres series de conexiones, en primer lugar, conexiones desde un primer conjunto de almohadillas en el chip, en segundo lugar, conexiones a un segundo conjunto de almohadillas y, en tercer lugar, conexiones desde un tercer conjunto de almohadillas a cables que salen del sensor.

25 Las almohadillas de conexión sobre el chip se construyen típicamente usando una aleación de aluminio y estas almohadillas son extremadamente delgadas, del orden de 1  $\mu\text{m}$ . Por lo tanto, no ha sido posible soldar cables a estas almohadillas. En cambio, se proporciona al menos un juego adicional de almohadillas, preferiblemente dos juegos y preferiblemente de cobre. Estas almohadillas adicionales comprenden preferiblemente un juego de almohadillas de entrada impresas y un juego coincidente de almohadillas de salida impresas. Cada almohadilla de entrada está conectada por una pista impresa a una almohadilla de salida coincidente. Entre cada almohadilla de chip y su almohadilla de entrada impresa coincidente hay una serie de cables muy delgados conectados mediante unión por cuña ultrasónica. A cada almohadilla de salida se conecta, mediante soldadura, un cable que sale del sensor.

30 Se apreciará que los enlaces de cable y los cables delgados serán frágiles. Este es particularmente el caso porque cada cable delgado se enrolla hacia arriba desde la superficie de la almohadilla del chip y hacia abajo nuevamente hacia la superficie de su almohadilla de entrada coincidente. La rotura de estos cables delgados o sus uniones, ya sea durante la fabricación o durante el uso del sensor, ha sido común. La rotura durante la fabricación puede ocurrir cuando se aplica un sellador protector o un compuesto de encapsulado, para encapsular todas las conexiones. La rotura durante el uso puede ocurrir debido a una ligera flexión del sensor o debido a la humedad que ingresa al sensor a través o lo largo del sellador o compuesto de encapsulado.

35 Se pueden producir más problemas con los cables que salen del sensor. El compuesto de encapsulado ha demostrado ser inadecuado para ubicar de manera segura los cables con respecto a las almohadillas de salida y así evitar la fractura de las conexiones soldadas.

40 El cable utilizado para los sensores puede necesitar ser calificado para su uso en embarcaciones navales a bordo y aviones a reacción de gran altitud. Los cables más adecuados para tales aplicaciones (y de hecho los únicos cables calificados que existen para ciertas plataformas) están recubiertos con PTFE y se sabe que el sellado a las superficies de PTFE a los compuestos de encapsulado es difícil.

45 Además, para hacer viable la producción en volumen de los sensores y permitir el encapsulado de calidad suficientemente alta, el sellador de aeronaves necesitaría ser moldeado por inyección. El moldeo por inyección de selladores de aeronaves no se había intentado anteriormente.

Por todas las razones anteriores, hasta ahora no ha sido posible fabricar un sensor del tipo anterior que funcione de manera confiable.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para fabricar un sensor de corrosión, donde el sensor incluye al menos una tira metálica montada en un sustrato no conductor y un módulo para formar conexiones eléctricas desde un equipo de monitorización externo a la al menos una tira, donde el módulo incluye un número de conexiones de cables, donde el método incluye los pasos de encapsular las conexiones de cables dentro de un compuesto/adhesivo de sellado resistente a químicos y calor flexible y, posteriormente, encapsular el compuesto de sellado flexible dentro de un segundo compuesto de sellado por un proceso de moldeo por inyección.

El compuesto de sellado flexible químico y resistente al calor puede ser, por ejemplo, el epoxi Raychem S1125 y el segundo compuesto de sellado puede ser, por ejemplo, el sellador para aeronaves de epoxi de dos partes PR2001B2, para uso en aeronaves.

El segundo compuesto de sellado puede ser PR-2001 Clase B. Este es un compuesto de polioéter Permapol® P-3.1 curado con epoxi de dos partes. Es un sellador de tanque de combustible integral para aeronaves de curado rápido y bajo olor con un intervalo de temperatura de servicio de -62°C a 160°C, con excursiones intermitentes de hasta 216°C. Este compuesto está diseñado para el sellado de filetes de tanques de combustible y otros sellados de fuselaje de aeronaves.

Las conexiones de cables pueden estar formadas por conexiones de cables primera, segunda y tercera, respectivamente. Las conexiones de cables primera y segunda se pueden hacer en almohadillas en el chip y en un juego de almohadillas intermedias en el módulo, respectivamente, y las conexiones de tercer cable se pueden hacer en un juego de almohadillas de salida en el módulo. Las conexiones de cable primera y segunda pueden realizarse uniéndose ultrasónicamente cables muy finos, en sus primeros extremos, a las almohadillas de chip y, en sus segundos extremos, a las almohadillas intermedias. Las conexiones del tercer cable se pueden hacer soldando las almohadillas de salida a los cables de salida para el módulo.

Las almohadillas intermedias, las almohadillas de salida y las pistas que las interconectan entre sí pueden estar formadas de cobre rematado con oro, con las almohadillas y las pistas siendo aplicadas al sustrato del sensor de una manera conocida.

Antes del primer paso de encapsulación, al menos algunas de las conexiones de los cables están recubiertas manualmente con un compuesto de sellado preliminar, por ejemplo, Dymax 9001, un encapsulante curado por ultravioleta, con Araldite 2014, un adhesivo epoxi de dos partes, o con M-Coat D acrílico. Así, por ejemplo, el Dymax o el Araldite pueden usarse en los cables finos y las uniones unidas por ultrasonidos y el M-Coat D puede usarse en las uniones soldadas. Cuando sea apropiado, el compuesto de sellado preliminar se puede curar, por ejemplo, mediante radiación ultravioleta.

Por simplicidad y por la resistencia del sensor, el chip y el módulo pueden montarse en un solo sustrato. Esto puede ser flexible o rígido, de acuerdo con los requisitos de diseño específicos, y puede ser de material de placa de circuito impreso como FR4. El chip se puede pegar en posición sobre el sustrato utilizando un adhesivo como Araldite 2014, Marine.

Una vez que los cables se han conectado a las almohadillas de salida, se pueden sujetar en posición al módulo para proteger las uniones soldadas de cualquier fuerza de empuje, tracción o vibración que actúe sobre los cables.

Cuando el sustrato es material FR4, este mismo material puede emplearse adecuadamente como una abrazadera para colocar sobre los cables que salen del sensor y puede fijarse en su posición, por ejemplo mediante el uso de un adhesivo aplicado entre el sustrato y la abrazadera. La abrazadera se puede formar con pasajes de paso de alimentación de cable para recibir los cables a medida que pasan de las almohadillas de salida y salen de la unidad del sensor.

Una vez que se ha aplicado la abrazadera, se puede aplicar un sellador flexible tal como el epoxi flexible Raychem S1125 a todas las conexiones de cables y a los pasajes de paso de alimentación. El sellador flexible puede aplicarse manualmente o puede moldearse por inyección si el sensor se coloca primero en un molde adecuado. Por supuesto, este molde puede usarse para proporcionar una forma externa deseada para el sellador flexible también. Raychem S1125 es particularmente adecuado para sellar los cables al sustrato y la abrazadera en los pasajes de paso de alimentación, porque se ha encontrado que este producto sella efectivamente a cualquier manguito de PTFE aplicado como cubierta para los cables. Se puede obtener un sellado mejorado adicional entre el sellador flexible y el manguito de PTFE grabando el manguito de PTFE con un producto de grabado tal como Tetra Etch antes de aplicar el sellador flexible.

El molde, para el paso de moldeo por inyección, puede ser conectable a una fuente de vacío en una salida desde el molde, por lo que el vacío puede ayudar a evacuar el molde de cualquier burbuja de gas o huecos en el sellador del

molde. El paso de conectar al menos una salida de molde a una fuente de vacío puede comprender colocar el molde de inyección en una cámara de vacío para llevar a cabo el paso de moldeo por inyección dentro de un vacío. Debe enfatizarse que colocar el molde de inyección en una cámara de vacío permite que el moldeo dentro del molde sea sometido al vacío durante todo el tiempo que tiene lugar el moldeo por inyección, si es necesario.

5 El material de moldeo o el compuesto de sellado se puede suministrar, para moldeo por inyección, en un recipiente hermético al aire tal como un tubo evacuado. El paso de moldeo por inyección puede llevarse a cabo conectando el recipiente hermético al aire a una entrada de molde y forzando el compuesto hermético al aire desde el recipiente hermético al aire al molde. Este paso puede llevarse a cabo, donde el recipiente es un tubo, comprimiendo parte del tubo para reducir el volumen dentro del tubo y así expulsar el compuesto de sellado del tubo.

10 La colocación del molde en una cámara de vacío, antes de la inyección del compuesto de moldeo, proporciona las condiciones de moldeo mejoradas necesarias para proporcionar la integridad estructural requerida a este componente altamente específico.

15 En el pasado, el vacío tradicionalmente (i) se ha aplicado para evacuar un recipiente, sosteniendo el compuesto de moldeo, antes de la inyección o (ii) se ha aplicado después de que se haya producido el moldeo por inyección y solo una vez una parte superior del molde se ha retirado, para permitir que un área superficial suficiente del material moldeado quede expuesta al vacío. Se apreciará que el retiro de cualquier parte de la herramienta de molde de un molde de inyección mientras el material moldeado está todavía dentro del molde y no está completamente fraguado o curado puede dar como resultado una distorsión de la superficie del material moldeado de su forma prevista. En el caso del sellador de aeronaves, esto no se autonivelará, en ausencia de la forma de conformación de la herramienta de molde, y el retiro de cualquier parte de la superficie de la herramienta de molde tiende a producir defectos en la superficie del componente terminado.

20 Esta característica de evacuación puede ser particularmente importante cuando el sellador inyectado se va a usar en altitud cuando la expansión de cualquier gas atrapado dentro del sellador moldeado puede causar fracturas por tensión en el sellador, lo que a su vez puede conducir a la entrada de humedad en el dispositivo y/o avería eléctrica

25 A diferencia de otras aplicaciones, el recalentamiento del compuesto de moldeo no puede realizarse de manera segura para volver a fluirlo. Tal proceso no es adecuado cuando se usa un sellador de aeronaves como compuesto de moldeo. De hecho, el moldeo inicial tampoco puede llevarse a cabo a temperaturas elevadas, por la misma razón. Aquí, en cualquier caso, la soldadura y los encapsulantes iniciales utilizados para el sensor no pueden tomar las temperaturas requeridas para un proceso de moldeo en caliente.

30 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sensor de corrosión que incluye un número de tiras metálicas montadas sobre un sustrato no conductor y un módulo para formar conexiones eléctricas a las tiras para permitir la comunicación entre las tiras y equipo de monitorización para el sensor, donde el módulo incluye una serie de conexiones de cables, donde las conexiones de cables están encapsuladas dentro de un compuesto de sellado flexible resistente a productos químicos y resistente al calor, y donde el compuesto de sellado flexible está encapsulado dentro de un segundo compuesto de sellado moldeado por inyección de sellador para aeronaves.

35 De acuerdo con un ejemplo que actualmente no se reivindica, se proporciona un sensor de corrosión fabricado de acuerdo con el método del primer aspecto de la invención.

40 De acuerdo con otro ejemplo que actualmente no se reivindica, se proporciona un molde de inyección para la fabricación de un sensor de corrosión de acuerdo con el segundo aspecto de la invención, comprendiendo el molde de inyección un lecho y porciones superiores primera y segunda que definen un molde dentro de la cavidad, donde el lecho contiene una porción con huecos en la que se coloca el sustrato no conductor y el módulo sin encapsular por el segundo compuesto de sellado moldeado por inyección del sellador de aeronaves, e indica inyectar el sellador de aeronaves bajo presión en la cavidad a través de uno o más puertos de inyección.

45 El molde de inyección puede tener una fuente de vacío conectada a uno o más puertos de salida del molde y la fuente de vacío pueden comprender una cámara de vacío en la que se aloja el resto del molde de inyección.

50 La invención se describirá ahora adicionalmente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

55 La Figura 1 es un bosquejo tridimensional en esbozo de un sensor hecho de acuerdo con la invención, y

60 La Figura 2 es una vista lateral en corte de un molde para aplicar sellador al sensor mediante el cual se forma la cápsula del mismo.

## ES 2 753 416 T3

En referencia a la Figura 1, se muestra un sensor 1 hecho de acuerdo con la invención. El sensor 1 comprende una porción 2 de chip y un módulo 3 de conexión. Tanto la porción 2 de chip como el módulo 3 están formados en un solo sustrato 4 rígido de material de placa de circuito impreso FR4.

5 En referencia inicialmente a la porción 2 de chip, esta consiste en un sustrato de silicio (no mostrado por separado) sobre el cual se forma una capa delgada de dióxido de silicio (nuevamente no mostrado por separado) que actúa como un aislante. Sobre la capa de dióxido de silicio se deposita una doble capa de material de aleación de aluminio. Esta capa aparece en el dibujo como tiras 5, 6 y 7 y almohadillas 8, 9, 10 y 11 de tiras. Sobre la doble capa de aleación de aluminio se aplica al menos una capa de pintura 12 que tiene espacios correspondientes a las tiras 5, 6 y 7 y las almohadillas 8, 9, 10 y 11 de tiras.

15 La pintura 12 y la aleación de aluminio se seleccionarán para que se correspondan lo más posible con las que se usan en el material pintado metálico cuya corrosión debe ser monitorizada por el sensor. Cuando la pintura contenga inhibidor de corrosión, esto se filtrará de la pintura sobre las tiras 5, 6 y 7 desprotegidas de otro modo. Esa parte de la tira cubierta por el inhibidor estará protegida contra la corrosión. Sin embargo, si el inhibidor no llega a través de la tira, como por ejemplo para la tira 7 más ancha, entonces la corrosión de esa tira se depositará tan pronto como esté sujeta a influencia corrosiva. De manera similar, una vez que el inhibidor de corrosión haya dejado de filtrarse de la pintura sobre las tiras restantes, las tiras quedarán desprotegidas y comenzará la corrosión. Con las tiras mostradas, la tira 7 más ancha comenzará a corroerse primero, seguida por la tira 6 central y finalmente por la tira 5 más angosta. El sensor permite así medir la corrosión a diferentes sensibilidades y durante diferentes períodos, usando las tiras de sensor de diferentes anchos.

20 Las almohadillas 8, 9, 10 y 11 de tiras están conectadas, debajo de la pintura, a las tiras 5, 6 y 7 de modo que el voltaje o la corriente de cada tira se pueden medir por separado.

25 Volviendo ahora al módulo 3 de conexión, cada almohadilla 8, 9, 10 y 11 de tira está conectada a una almohadilla 12, 13, 14 y 15 intermedia correspondiente mediante cables 16 muy finos ultrasónicamente unidos por cuña en cada extremo. Todo el módulo 3 de conexión está encapsulado en el sellador 34 de aeronaves PR2001B2 que se ha moldeado por inyección alrededor del módulo 3 de conexión y una parte 35 cerrada de la porción 2 de chip. Se observará que las pistas 18 y 19 tienen longitudes diferentes a las pistas 17 y 20. Esta variación de longitud facilita el uso de una disposición de puente de Wheatstone en el sensor.

30 Las almohadillas 12, 13, 14 y 15 intermedias están conectadas por medio de pistas 17, 18, 19 y 20 conductoras a las almohadillas 21, 22, 23 y 24 de salida, respectivamente.

35 En cada placa 21, 22, 23 y 24 de salida se soldan cuatro cables 25, 26, 27 y 28 (también se prevé una versión de dos cables). Los cables 25 y 26 se transportan dentro de un manguito 29 de cable de PTFE y los cables 27 y 28 se transportan dentro de un segundo manguito 30 de cable. Las almohadillas, 12 - 15, 21 a 24 y las pistas 17 a 20 son de cobre, rematadas con oro, y son impresas en el sustrato 4 FR4 de manera convencional.

40 Los cables 25 a 28, dentro de sus manguitos 29, 30 pasan debajo de una abrazadera 31 de material FR4 que está pegado al sustrato 4 a lo largo de una línea 32. Se verá que los cables 25 a 28 se asientan en una porción 33 con huecos del sustrato 4.

45 Todas las uniones de cuña de cable están encerradas en un sellador inicial, ya sea Araldite 2014, a 60°C o Dymax 9001 (no se muestra por separado). Las conexiones para los cables 25 a 28, junto con los manguitos 29 y 30 de cable de PTFE, en los pasantes 36, 37 de alimentación, se encierran luego en el epoxi flexible Raychem S1125 (de nuevo, no se muestra por separado). Para mejorar el sellado entre los manguitos 29, 30 de PTFE y los pasantes 36, 37 de alimentación de FR4 de la abrazadera 31, los manguitos se graban primero con Tetra Etch y se lavan, antes de aplicar el sellador Raychem.

50 Las conexiones de los cables 25 a 28 a las almohadillas 21 a 24 de salida se realizan mediante soldadura y luego se recubren con acrílico M-Coat-D (no se muestra por separado).

55 El Raychem S1125 puede cepillarse o moldearse por inyección sobre todas las conexiones y sobre la placa FR4. Este sellador luego forma una interfaz a la cual se puede moldear por inyección el sellador de aeronaves PR2001B2. PR2001B2 no se sellará bien al FR4 o al PTFE y, por lo tanto, Raychem proporciona una estructura intermedia efectiva a la cual PR2001B2 sellará efectivamente. PR2001B2 actúa efectivamente como un compuesto de encapsulado para todas las conexiones y un sellador externo efectivo para uso en aeronaves.

60 Volviendo ahora a la Figura 2, esto muestra una vista lateral en corte del sensor de la Figura 1 dentro de un molde 38 de inyección. El molde 38 comprende un lecho 39 y porciones 40, 41 superiores primera y segunda. El lecho 39 contiene una porción 42 con huecos en el que se coloca la placa 4 FR4 con todos los cables unidos y soldados en su lugar y la abrazadera 31 unida. La aplicación de los diversos selladores, como se describió anteriormente, a las conexiones de cables se puede hacer con la placa 4 descansando en el molde o antes de que se inserte.

65

## ES 2 753 416 T3

5 Una vez que se han aplicado selladores iniciales a todas las conexiones de cables y pasantes de alimentación, se cierra el molde 38. Los manguitos 29, 30 de cable de PTFE están sellados contra la porción 41 superior del molde de manera conocida. Luego se inyecta sellador de aeronaves tal como PR2001B2 bajo presión en una cavidad 45 del molde a través de uno o más puertos 43 de inyección. Uno o más puertos 44 de salida pueden conectarse a una fuente de vacío, para reducir la posibilidad de que se formen burbujas de gas en el sellador inyectado ayudando al llenado completo de la cavidad 45 de molde con sellador PR2001B2. Se prefiere que el molde 38 se coloque de hecho en una cámara de vacío para que el paso de moldeo por inyección se lleve a cabo allí, como se describió anteriormente.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para fabricar un sensor de corrosión, comprendiendo dicho sensor un módulo (2) de chip y un módulo (3) de conexión ambos formados sobre un sustrato (4), en el que una capa de material aislante se deposita sobre dicho sustrato, y en el que, sobre dicho material aislante, se montan varias tiras (5,6,7) metálicas sobre dicho sustrato que comprende dicho material aislante, formando dicho módulo (3) conexiones eléctricas a las tiras metálicas para permitir la comunicación entre las tiras y el equipo de monitorización para el sensor, el módulo (3) que incluye varias conexiones de cables, donde el método incluye los pasos de recubrir manualmente cada una de las conexiones de cables con uno de los compuestos de sellado preliminares seleccionados, respectivamente, y curando los compuestos de sellado preliminares seguido de encapsulado de las conexiones de cables dentro un compuesto de sellado flexible resistente al calor y productos químicos, y posteriormente, encapsulando todo el módulo (3) de conexión que comprende el compuesto de sellado flexible, así como una parte (35) encerrada del chip (2) dentro de un segundo compuesto de sellado de sellador de aeronaves por un proceso de moldeo por inyección.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el paso de encapsular las conexiones de cables dentro de un compuesto de sellado flexible resistente a productos químicos y calor se realiza mediante un paso de moldeo por inyección.
- 20 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que las conexiones de cable primera y segunda se realizan en las almohadillas sobre el chip y en un juego de almohadillas intermedias en el módulo, respectivamente, mediante la unión ultrasónica de cables muy finos, en los primeros extremos del mismo, a las almohadillas de chip y, en los segundos extremos de las mismas, a las almohadillas intermedias.
- 25 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los cables de salida del sensor se unen a las almohadillas de salida y luego se sujetan en posición al módulo con una abrazadera.
- 30 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la abrazadera define pasajes de paso de alimentación para los cables de salida y el compuesto de sellado flexible se aplica a los pasajes de paso de alimentación.
- 35 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los cables de salida tienen manguitos de PTFE y el método incluye el paso de grabar los manguitos de PTFE con un producto de grabado.
7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en el que un molde para el proceso de moldeo por inyección es conectable a una fuente de vacío en una salida del mismo.
- 40 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el paso de conectar dicha salida de molde a una fuente de vacío comprende colocar el molde de inyección en una cámara de vacío para así conectar cualquier salida de molde al vacío dentro de la cámara de vacío.
- 45 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye el paso de suministrar el compuesto de sellado a un molde de inyección, para el paso de moldeo por inyección, en un recipiente hermético al aire suministrado por el fabricante.
- 50 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el recipiente hermético al aire comprende un tubo evacuado.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que el paso de moldeo por inyección se lleva a cabo conectando el recipiente hermético al aire a una entrada de molde y forzando el compuesto de sellado desde el recipiente hermético al aire en el molde.
- 55 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11 cuando depende de la reivindicación 10, en el que el paso de forzar el compuesto de sellado del tubo comprende comprimir parte del tubo para reducir el volumen dentro del tubo.
- 60 13. Un sensor de corrosión que comprende un módulo (2) de chip y un módulo (3) de conexión ambos formados sobre un sustrato (4), en el que se deposita una capa de material aislante sobre dicho sustrato, y en el que, sobre dicho material aislante, un número de tiras (5,6,7) metálicas están montadas sobre el sustrato (4) que comprende dicho material aislante, y dicho módulo (3) está configurado para formar conexiones eléctricas a las tiras (5,6,7) con el fin de permitir la comunicación entre las tiras y el equipo de monitorización para el sensor, donde el módulo incluye una serie de conexiones de cables, donde las conexiones de cables están recubiertas en un compuesto de sellado curado preliminarmente y en el que dichas conexiones de cables recubiertas están encapsuladas dentro de un compuesto de sellado flexible resistente a productos químicos y al calor y donde todo el módulo (3) de conexión comprende el compuesto de sellado flexible, así como una parte (35) cerrada del chip (2) que se encapsula dentro de un segundo compuesto de sellado moldeado por inyección de sellador para aeronaves.

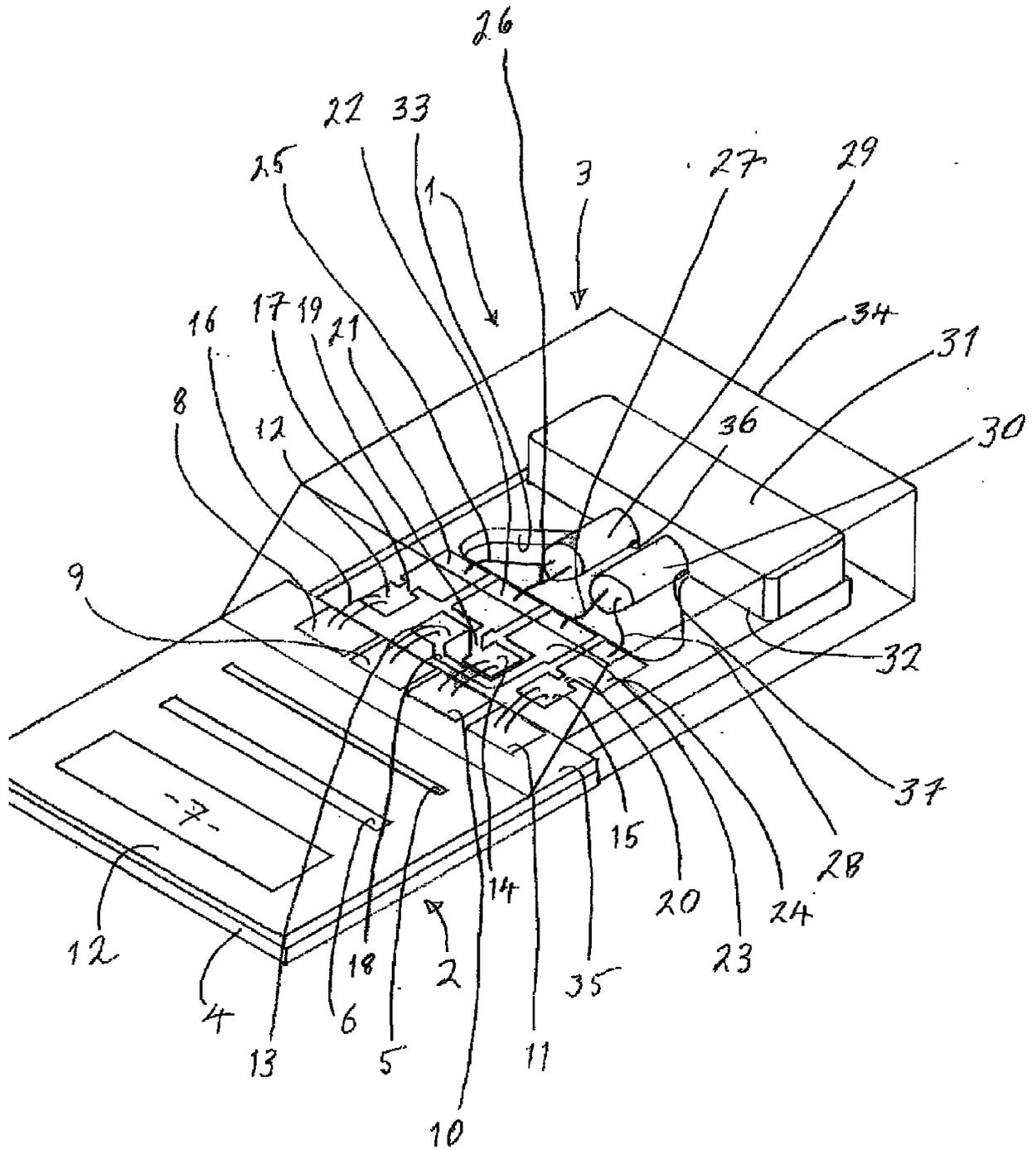


Fig. 1.

